植 物 分 类 与 资 源 学 报　2011, **33** (6): 615～621
Plant Diversity and Resources　DOI: 10.3724/SP.J.1143.2011.11054

利用大样地平台研究种子植物区系*

裴男才
(中国林业科学研究院热带林业研究所，广东 广州 510520)

摘要：大型固定样地是研究生物多样性、群落系统演化和生态系统功能的重要平台。本文选取西双版纳、鼎湖山、古田山和长白山四个具有代表性的中国森林大样地，按照吴征镒等的方法，分析了不同大样地种子植物科、属和种三个层次的分布区类型。发现热带西双版纳大样地具热带北缘的地理性质；南亚热带鼎湖山大样地呈现出由热带向亚热带过度的特点；中亚热带古田山大样地各分布区类型所占的比率均与全国水平接近，显示出典型的亚热带特征；温带长白山大样地具温带性质。表明中国森林随着纬度的变迁，种子植物区系成分也随之发生显著的变化，这证实了前人有关中国种子植物区系的研究结果，同时也说明通过大样地平台进行植物区系跨区域和比较性研究，方法可行，结果可信。

关键词：中国森林；区系分析；生物多样性；森林动态样地
中图分类号：Q 948　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：2095-0845(2011)06-615-07

Large Scale Permanent Plot Can Do Well for the Floristic Study of Seed Plants

PEI Nan-Cai
(*Research Institute of Tropical Forestry*, *Chinese Academy of Forestry*, Guangzhou 510520, China)

Abstract: Large scale permanent plots (LSPP) work as important platform for long-term research on biodiversity, community phylogenetics and evolution, and ecosystem function in forests. The paper selected four Chinese forest dynamics plots representing four climatic types of Chinese vegetation (Xishuangbanna in tropics, Dinghushan in southern subtropics, Gutianshan in middle subtropics, and Changbaishan in temperate zone) to analyze the areal-types of seed plants at the level of family, genus, and species, according to the approach of Wu *et al*. The results showed that Xishuangbanna was characteristic of the margin of tropical flora, Dinghushan was characteristic of the transition from tropical flora to subtropical flora, Gutianshan being characteristic of typical subtropical flora, and Changbaishan being characteristic of temperate zone. These results were consistent with previous findings in Chinese forests, exhibiting distinctly geographic distribution of Chinese genera along altitude gradient, which indicated that the comparatively floristic analysis of multi-region, benefiting from the LSPP platform sharing original data, was testified to be feasible and effective.

Key words: Chinese forest; Floristic analysis; Biodiversity; Forest dynamics plot

在不同生态景观和地理区域下，特别是随着经纬度的变化，植物多样性程度呈现出不均匀的变化规律，这显示了不同植物对环境的适应(Wiens 和 Donoghue, 2004; Donoghue, 2008)。针对物种丰富度高、特有种集中以及物种濒危程度等情况，科学家们通过划分一定区域对特定物种进行保护与可持续性研究，由此可分为局部性的保护（如自然保护区）和区域性保护（如生物

* 基金项目：林业公益性行业科研专项 (200804006)
收稿日期：2011-03-31, 2011-04-26 接受发表
作者简介：裴男才 (1984-) 男，博士，助理研究员，主要从事植物系统发育和群落生态学方面的研究。E-mail: nancai.pei@gmail.com

多样性热点地区)(Myers 等, 2000)。中国的植物多样性热点地区大致分布在横断山脉地区、华中地区和岭南地区等区域(Ying, 2001)。中国是北半球植物生物多样性最为丰富的国家,也是世界上重要的物种保存中心、起源中心和进化中心(Axelrod 等, 1998; Wu 等, 2005)。中国主要的森林类型可分为(热带)雨林和季雨林,(亚热带)常绿阔叶林和少部分落叶阔叶林,(温带)大部分落叶阔叶林、针阔叶混交林和寒温针叶林等(Wu 和 Chen, 2004),中国种子植物族谱在世界植物族谱上有着独特的系统发育地位。

中国种子植物属的分布区类型的研究工作始于1952,1991年有较大进展,今后随着中国植物志英文版的完成逐渐完善。当前的工作主要由我国著名植物学家吴征镒先生等人完成;他将中国有记录的3 116 属全部纳入15 个大类型和31个变型中,得出中国种子植物区系地理属性是典型的亚热带类型,由此确立了中国植物区系的研究体系和框架(吴征镒, 1991)。随后,吴征镒等人陆续又发表了中国种子植物种的分布区类型(吴征镒和丁托娅, 1999)和世界种子植物科的分布区类型系统(吴征镒等, 2003),中国植物区系研究获得了新的进展(应俊生, 2001;吴征镒等, 2005;王希华, 2006)。此后的植物区系研究基本上是参照吴征镒(1991)、吴征镒和丁托娅(1999)以及吴征镒等(2003)的方法开展:将被研究区域中的植物类群分别归类到相应的分布区类型,然后统计各分布区类型的比率(大致分为世界分布、广义的热带分布、广义的温带分布以及中国特有分布),最后总结出该区域的区系地理属性(热带、亚热带、温带或者过渡地带)。

可以这样形容中国植物区系的研究状况:吴征镒先生关于中国种子植物的研究是核心和出发点,其他的区系研究以此为参照分别阐述了各地的地理特征,呈辐射状态向外发展,是中国植物区系研究重要的节点。这一方面说明了吴征镒先生等人关于中国种子植物区系特征的研究结果经得起时间和实践的经验,反映出中国种子植物内在的属性,既是中国其他区系研究的蓝本,也为世界范围相关的区系研究提供重要的参考。另一方面说明中国的区系研究工作已经在各地开展得相当完善,各个保护区、各个省份甚至到相邻多省份的片区已有详实的植物分布区类型研究报告,反映出中国植物区系研究的连贯性。当前的区系研究也有一些不足,一是在核心原点和其他区系研究的节点之间,似乎缺乏一种连接来描述中国主要植被区之间的变化趋势及背后的影响因素;二是缺乏一种快捷的方法来划分物种丰富区域内植物的分布区类型并判定出其相应的地理属性,使得区系研究更容易地与其他学科关联并开展交叉研究。特别是对探讨跨区域的、不同森林类型的区系地理成分的研究不多,如果以上两个问题可以很好地得到解决,将极大地拓宽植物区系研究的应用范围并促进区系学科再次发展。本文综合了四个代表不同气候带的森林大样地进行种子植物科、属和种的分布区类型分析,借助大样地平台开展区系研究是方法上的创新。

1 材料与方法

1.1 森林大样地选择

本研究突破以往区系研究以保护区或省份为界的地域限制,而是依托于中国科学院生物多样性委员会建设的中国森林生物多样性监测网络平台——大型固定监测样地(也即大样地)进行数据分析。本研究关注的是中国大样地建设的首批试验森林区,样地筛选时考虑到了森林类型的代表性问题,并且存在纬度的变化因子:云南西双版纳20 ha大样地代表热带季雨林,广东鼎湖山20 ha大样地代表南亚热带常绿阔叶林,浙江古田山24 ha大样地代表中亚热带常绿阔叶林,吉林长白山25 ha大样地代表温带针阔混交林。森林生物多样性监测网络项目的重要价值之一是数据共享,中国的大样地平台也在逐渐实现这个目标。本研究的顺利开展得益于各大样地的数据分享;本文使用了各大样地的植物名录,参考了各大样地科或者属的分布区类型的部分研究结果。

1.2 大样地种子植物科、属和种的分布区类型划分

根据吴征镒和陈心启(2004),以及吴征镒等(2003, 2006)的方法,将四个森林大样地植物全部的分布区类型归为四大类并计算各成分所占的百分比:(1)世界分布:分布型1; (2)广义的热带成分:分布型2~7; (3)广义的温带成分:分布型8~14; (4)中国特有分布:分布型15(为方便说明问题,本研究不对分布型下的变型进行细分)。吴征镒和陈心启(2004),以及吴征镒等(2006)对中国种子植物属的分布区类型作了修正,鉴于本文讨论的是不同植被类型下大样地中植物科、属和种的分布区类型变化趋势,因此使用吴征镒

(1991) 的结果已足够回答本文所关心的科学问题。本文一方面以吴征镒（1991）关于中国 3 116 个种子植物属的分布区类型分法（也即广义的热带成分占 48.91%，广义的温带成分占 39.5%，中国特有成分占 8.25%，世界广布的成分占 3.34%）作参照，讨论各个大样地种子植物属的分布区类型比例；另一方面，从科和种的水平上，根据吴征镒（1991）的 15 种分布区类型，详细分析了四个森林大样地种子植物科和种的分布区类型比例。通过从科、属和种三个层次对四个大样地种子植物进行区系分析，试图探讨不同植被类型下各大样地之间区系成分的变化规律，为中国植物区系研究提供新的内容。

2　结果与分析

2.1　大样地种子植物科的分布区类型

从表 1 和 2 可知，在热带北缘西双版纳大样地，73.68% 的科为广义的热带成分，其中以泛热带分布类型居多（占全部 56 个广义热带分布科的 71.43%）；其余的为世界分布和广义的温带分布，而中国特有分布没有。在南亚热带鼎湖山大样地，58.82% 的科为广义的热带成分，其中以泛热带分布类型居多（占全部 30 个广义热带分布科的 66.67%）；其次为世界分布和广义的温带分布，而中国特有分布没有。在中亚热带古田山大样地，广义的热带成分（46.15%）和广义的温带成分（34.62%）均有较高比例，前者以泛热带分布为主（占全部 24 个广义热带分布科的 54.17%），后者以北温带分布为主（占全部 18 个广义温带分布科的 72.22%）；剩下 19.23% 的科为世界分布，没有中国特有分布。在温带长白山大样地，广义的热带成分和广义的温带成分所占比例相当，其余 22.22% 的科为世界分布，没有中国特有分布。

2.2　大样地种子植物属的分布区类型

在热带北缘西双版纳大样地，92.85% 的属为广义热带成分，其中以热带亚洲（印度–马来）分布和泛热带分布占多数（分别占全部 195 个广义热带分布属的 35.38% 和 23.08%）；其次为广义的温带分布和中国特有分布，而没有世界分布。在南亚热带鼎湖山大样地，86.96% 的属为广义热带成分，其中以泛热带分布和热带亚洲（印度–马来）分布占多数（分别占全部 100 个广义热带分布属的 30% 和 25%）；其余的为广义温带分布、中国特有分布和世界分布。这两个大样地的广义热带成分显著高于全国水平（表 1，2）。而在中亚热带古田山大样地，广义的热带成分（50.48%）和广义的温带成分（44.66%）均有较高比例，前者以泛热带分布和热带亚洲（印度–马来）分布为主（分别占全部 52 个广义热带分布属的 32.69% 和 21.15%），后者以东亚和北美洲间断分布和北温带分布为主（分别占全部

表 1　四个森林大样地种子植物科、属和种的地理成分

Table 1　The geographical elements of seed plants at the level of family, genus, and species in the four Chinese forest dynamics plots

样地类型	分布区类型	世界分布（分布型 1）	广义的热带成分（分布型 2 ~ 7）	广义的温带成分（分布型 8 ~ 14）	中国特有分布（分布型 15）	总计
西双版纳大样地	(0.2 km², 热带季雨林)	11 (14.47)	56 (73.68)	9 (11.85)	–	76 (科)
		–	195 (92.85)	14 (6.67)	1 (0.48)	210 (属)
		–	441 (94.23)	26 (5.56)	1 (0.21)	468 (种)
鼎湖山大样地	(0.2 km², 南亚热带常绿阔叶林)	12 (23.53)	30 (58.82)	9 (17.65)	–	51 (科)
		1 (0.87)	100 (86.96)	13 (11.30)	1 (0.87)	115 (属)
		3 (1.46)	177 (86.34)	24 (11.71)	1 (0.49)	205 (种)
古田山大样地	(0.24 km², 中亚热带常绿阔叶林)	10 (19.23)	24 (46.15)	18 (34.62)	–	52 (科)
		2 (1.94)	52 (50.48)	46 (44.66)	3 (2.91)	103 (属)
		5 (3.09)	86 (53.09)	68 (41.98)	3 (1.85)	162 (种)
长白山大样地	(0.25 km², 温带针阔混交林)	4 (22.22)	7 (38.89)	7 (38.89)	–	18 (科)
		2 (6.25)	–	30 (93.75)	–	32 (属)
		6 (11.54)	–	46 (88.46)	–	52 (种)

说明：括号外的数字为各种分布区类型属的数目，括号内的数字为占总属数的百分比，符号“–”表示在该地理区域没有相应的种子植物分布记录。

数据来源文献：西双版纳大样地（Cao 等，2008；兰国玉等，2008），鼎湖山大样地（叶万辉等，2008），古田山大样地（祝燕等，2008），长白山大样地（郝占庆等，2008）

表2 四个代表性森林大样地植物科、属和种的分布区类型

Table 2 The areal-types of seed plants at the level of family, genus, and species in four Chinese forest plots

分布区类型	西双版纳大样地 热带季雨林 科/属/种数	鼎湖山大样地 南亚热带常绿阔叶林 科/属/种数	古田山大样地 中亚热带常绿阔叶林 科/属/种数	长白山大样地 温带针阔混交林 科/属/种数
1. 世界分布	11/-/-	12/1/3	10/2/5	4/2/6
2. 泛热带分布	40/45/125	20/30/60	13/17/34	5/-/-
3. 热带亚洲、热带美洲间断分布	5/15/52	6/8/33	7/9/17	2/-/-
4. 旧世界热带分布	6/28/63	2/17/33	1/8/8	-
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	1/31/80	1/17/26	1/5/7	-
6. 热带亚洲至热带非洲分布	-/7/14	1/3/4	-/2/2	-
7. 热带亚洲（印度-马来）分布	4/69/107	2/25/33	2/11/18	-
广义的热带成分（分布型2~7）	**56/195/441**	**30/100/177**	**24/52/86**	**7/-/-**
8. 北温带分布	5/3/3	7/3/9	13/16/29	6/22/38
9. 东亚和北美洲间断分布	3/8/20	2/8/13	5/19/28	-/2/2
10. 旧世界温带分布	-	-	-	-/2/2
11. 温带亚洲分布	-	-	-	-
12. 地中海区、西亚至中亚分布	-/2/2	-	-	-
13. 中亚分布	-	-	-	-
14. 东亚分布	1/1/1	-/2/2	-/11/11	1/4/4
广义的温带成分（分布型8~14）	**9/14/26**	**9/13/24**	**18/46/68**	**7/30/46**
15. 中国特有分布	-/1/1	-/1/1	-/3/3	-
合计	76/210/468	51/115/205	52/103/162	18/32/52

符号“-”表示在该地理区域没有相应的种子植物分布记录

46个广义热带分布属的41.30%和34.78%）；其余的为中国特有分布和世界分布；其各分布区类型所占的比率均与全国水平接近，具典型的亚热带区系性质（表1，2）。在温带长白山大样地，93.75%的属为广义温带成分，其中以北温带分布为主（占全部30个广义温带分布属的73.33%）；剩下的属为世界分布，没有广义的热带分布和中国特有分布；其广义温带成分显著高于全国水平，符合温带区系的地理特征（表1，2）。

2.3 大样地种子植物种的分布区类型

从表1和2可知，在热带北缘西双版纳大样地，94.23%的种为广义的热带成分，其中以泛热带分布和热带分布类型居多（分别占全部441个广义热带分布种的28.34%和24.26%）；其余的为广义的温带分布和中国特有分布，而世界分布没有。在南亚热带鼎湖山大样地，86.34%的种为广义的热带成分，其中以泛热带分布类型居多（占全部177个广义热带分布种的33.90%）；随后分别为广义的温带分布、世界分布和中国特有分布。在中亚热带古田山大样地，广义的热带成分（55.09%）和广义的温带成分（41.98%）均有较高比例，前者以泛热带分布为主（占全部86个广义热带分布种的39.53%），后者以北温带分布以及东亚和北美洲间断分布为主（分别占全部68个广义温带分布种的42.65%和41.18%）；其余的少量种为世界分布和中国特有分布。在温带长白山大样地，88.46%的种为广义的温带成分，其中以北温带分布类型居多（占全部46个广义温带分布种的82.61%）；其余的种均为世界分布，没有广义的热带分布和中国特有分布。

3 讨论

3.1 不同层次上分析种子植物区系的地理属性

广阔的国土面积，丰富而又完整的植被类型，独特的地理、地质以及气候环境等因素赋予了中国巨大的生物多样性财富（王荷生，1992；应俊生，2001）。中国被子植物约有3万种，约占世界总数10%（吴征镒和陈心启，2004），是世界植物重要的保存中心、分化中心和起源中心（张宏达，1980；吴征镒等，2005）。中国种子植物植物独特而又重要系统发育地位可以在中国丰富多彩的生物多样性分布上得到具体体现。

从科、属和种这三个层次看，具有最高广义的热带成分比例的是西双版纳大样地，随后依次是鼎湖山大样地、古田山大样地和长白山大样地；而广义的温带成分比例的排序刚好相反（表1）。本文的结果反映出这样一种总体变化趋势，从中国低纬度地区至高纬度地区（或者说西南地区至东北地区），森林植被中热带成分比例快速减少，温带成分比例快速增多的变化趋势明显（图1）。这印证了前人关于中国植被或植物区系的相关结论（吴征镒，1980；张宏达，1980；王荷生，1992；吴征镒和陈心启，2004），同时与中国几个主要森林样区的研究结果也是吻合的（陈涛，1992；李锡文和李捷，1993；方精云等，1995；傅沛云等，1995；刘妨勋等，1995；祁承经等，1995；王荷生等，1995）。种子植物区系成分在四种森林植被类型中规律性的变化趋势，一方面与各区域中植物所处的气候、地理环境等因素密切关联（Fang 等，2011），另一方面可能还受植物自身内在因素的影响和控制（如系统发育约束）。

在四个森林大样地中，从属和种的层次得到的结果比较一致，而科的层次与其相比存在较大差异（表1）。从广义的热带成分比例上看，科的层次得到的数值通常低于属和种层次得到的数值（如在西双版纳、鼎湖山和古田山大样地）。从广义的温带成分比例上看，在纬度较高的森林区域（如古田山和长白山大样地），科的层次得到的数值也低于属和种层次得到的数值；而在纬度较低的森林区域（如鼎湖山和西双版纳大样地），科的层次得到的数值却高于属和种层次得到的数值。此外，从世界分布比例上看，在四个大样地中科的层次得到的数值均高于属和种层次得到的数值；而从中国特有分布比例上看，科的层次得到的数值均低于属和种层次得到的数值。本文从科、属和种三个层次获得不尽相同的结果，提醒我们今后在作相关植物区系分析的工作时，需谨慎看到从某种单一层次获得的结果，而要从多个层次作全面的比较。

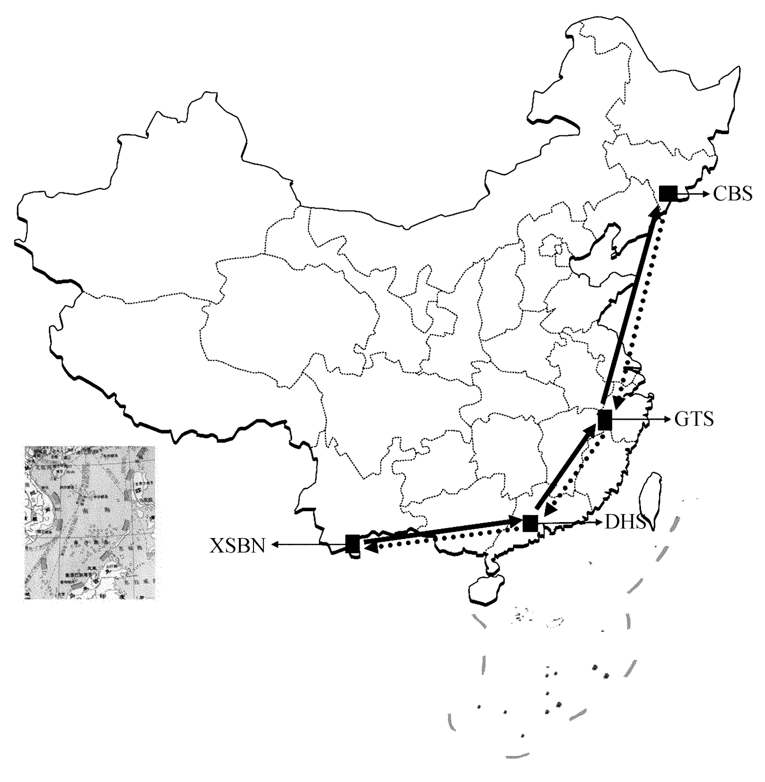


图1　四个森林大样地中热带和温带区系地理成分变化趋势示意图

实心方块代表大样地（在版图上被放大处理）；带箭头的实线和虚线分别表示热带和温带成分比例从高到低的变化路线。图中的各大样地的指代名称为：西双版纳大样地（XSBN）、鼎湖山大样地（DHS）、古田山大样地（GTS）以及长白山大样地（CBS）

Fig. 1　Trends of tropical elements and temperate elements in the four forest dynamics plots.

Solid squares represent the four forest dynamics plots (XSBN, DHS, GTS and CBS), respectively. Solid lines and dashed lines with arrowheads represent the route of tropical elements and temperate elements, respectively

3.2 大样地平台开展植物区系研究的优势

世界热带森林研究中心（CTFS）大样地的森林取样面积通常为16～50 ha（也即0.16～0.50 km^2），远低于常规植物区系研究对样区面积的要求（其表现面积通常需要100 km^2以上），这大大减少了区系调查的工作量，节约了宝贵的人力物力财力以及时间成本。更重要的是，通过大样地平台仅需分析少量的植物类群（几十到一二百个属）就能达到常规区系分析（需要分析上千个属）所获得的结果。在中国，随着纬度梯度的变迁，植物区系成分随之发生显著的改变：从较低纬度的鼎湖山大样地，到较高纬度的长白山大样地，可以看到热带成分的快速减少，同时温带成分的快速增加（表1，图1）这也符合东亚地区森林植被的变化规律（方精云，1995）。以往的植物区系研究大多是建立在比较大的自然区域上，如一个自然保护区、一个省份甚至多个相邻省份的森林，而本研究是以四个中国代表性森林大样地（面积为0.20～0.25 km^2）为对象进行种子植物区系分析，这两种方法可谓是殊途同归。

特定区域的植物区系特征在一定时间内是相对稳定的（吴征镒等，2006），而大的分类阶元（如科的水平）又比较小分类阶元（如物种水平）更趋于稳定。在大样地复查间歇期（通常是五年）里，植物组分在科与属的水平上不会发生大变化，但是在物种水平上会有小幅度的变动。在复查鼎湖山大样地时，发现有少数物种可通过自然稀疏而被剔除（这些物种个体数极少，如树牌编号为1314023紫草科的破布木，和荨麻科的全缘火麻树），有少数物种重新被找到（如树牌编号为1713025山榄科的大叶山榄，和树牌编号为0018012冬青科的绿冬青）或植株在复查时胸径达到1 cm而被补充到新的物种名录，还有少数物种在复查时纠正前次的鉴定错误而被调整所属的分布区类型（如树牌编号为0824001的黄毛绒楠，实际应为茜草科的光叶山黄皮）。可见，通过对大样地内的物种进行多次调查和确认可得到该区域真实的物种多样性及其组成，这为区系特征分析和其他研究提供了准确的基础资料，确保结果更加可靠。当然，在保护区水平上，也有复查工作的开展，但是受限于人力物力财力以及其他因素，其间隔期通常较长，不能及时反映出森林中各种成分的动态变化规律。

另外，大样地中植物物种数量适中（几十到几百种），比较适合在群落水平上探讨植物系统发育演化规律和群落构建机制等基础性科学问题。最后，由于样地建设时就采用统一的方法，加上大样地平台的数据共享机制，使得在全球的CTFS网络样地间进行横向比较研究更容易进行，比如探索不同纬度梯度下群落的系统发育beta多样性变化规律等。大样地平台的这些优势使得包括植物区系分析在内的各种基础性和应用性的研究工作可以快速进行，实践证明这种方法同样能获得可靠的研究结果。更重要的是，今后中国森林生物多样性监测网络可以考虑吸收一些重要的经典学科（如植物区系、植物分类学以及系统学等）的研究成果，使之与当前人类最关注的前沿科学领域（全球气候变化、生物多样性保护以及森林生态系统功能等）相结合，最大程度地发挥中国大样地的巨大平台作用。

致谢 感谢李德铢研究员在本文投稿时给予的鼓励，感谢张金龙博士和李健容女士为本文分析提供的有益建议，感谢中国森林大样地的数据共享平台。

〔参 考 文 献〕

王荷生，1992. 植物区系地理［M］. 北京：科学出版社

吴征镒，1980. 中国植被［M］. 北京：科学出版社

吴征镒，丁托娅，1999. 中国种子植物［CD］. 昆明：云南科技出版社

吴征镒，陈心启，2004. 中国植物志 第1卷［M］. 北京：科学出版社

张宏达，1980. 华夏植物区系的起源与发展［J］. 中山大学学报（自然科学版），**1**（1）：89—96

Axelrod DI，Al-Shehbaz I，Raven PH，1998. History of the modern flora of China［A］. In：Zhang AL，Wu SG，*Floristic Characteristics and Diversity of East Asian Plants*［M］. Beijing and New York：China Higher Education Press and Springer-Verlag Press，43—55

Cao M，Zhu H，Wang H *et al.*，2008. *Xishuangbanna Tropical Seasonal Rainforest Dynamics Plot*：*Tree Distribution Maps*，*Diameter Tables and Species Documentation*［M］. Kunming：Yunnan Science and Technology Press，10

Chen T（陈涛），1992. Study on the flora of Nanling mountain range（PhD thesis）［D］.（南岭植物区系的研究）Guangzhou：Sun Yat-Sen University

Donoghue MJ，2008. A phylogenetic perspective on the distribution of

plant diversity [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **105**: 11549—11555

Fang JY (方精云), 1995. Three-dimension distribution of forest zones in east Asia [J]. *Acta Geographica Sinica* (地理学报), **50** (2): 160—167

Fang JY, Wang ZH, Tang ZY, 2011. *Atlas of Woody Plants in China: Distribution and Climate* [M]. Berlin, Germany: Springer

Fang RZ (方瑞征), Bai PY (白佩瑜), Huang GB (黄广宾) *et al.*, 1995. A floristic study on the seed plants from tropics and subtropics of Dian-Qian-Gui [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **17** (Suppl. Ⅶ): 111—150

Fu PY (傅沛云), Li CY (李冀云), Cao W (曹伟) *et al.*, 1995. Studies on the flora of the seed plants from the flora region of NE. China [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **17** (Suppl. Ⅶ): 11—21

Hao ZQ (郝占庆), Li BH (李步杭), Zhang J (张健) *et al.*, 2008. Broad-leaved korean pine (*Pinus koraiensis*) mixed forest plot in Changbaishan (CBS) of China: community composition and structure [J]. *Journal of Plant Ecology* (植物生态学报), **32** (2): 238—250

Lan GY (兰国玉), Hu YH (胡跃华), Cao M (曹敏) *et al.*, 2008. Establishment of Xishuangbanna tropical forest dynamics plot: species composition and spatial distribution patterns [J]. *Journal of Plant Ecology* (植物生态学报), **32** (2): 287—298

Li XW (李锡文), Li J (李捷), 1993. A preliminary floristic study on the seed plants from the region of Hengduan mountain [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **15** (3): 217—231

Liu FX (刘昉勋), Liu SL (刘守炉), Yang ZB (杨志斌) *et al.*, 1995. A floristic study on the seed plants from the region of East China [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **17** (Suppl. Ⅶ): 93—110

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG *et al.*, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities [J]. *Nature*, **403**: 853—858

Qi CJ (祁承经), Yu XL (喻勋林), Xiao YT (肖育檀) *et al.*, 1995. A study on the flora of the seed plants from the floristic region of central China [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **17** (Suppl. Ⅶ): 55—92

Wang HS (王荷生), Zhang YL (张镱锂), Huang JS (黄劲松) *et al.*, 1995. A floristic study on the seed plants in the north China region [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **17** (Suppl. Ⅶ): 32—54

Wang XH (王希华), 2006. The phytogeography and species diversity of typical evergreen broda-leaved forest in China (PhD thesis) [D]. (中国典型常绿阔叶林植物地理与物种多样性研究) Shanghai: East China Normal University

Wiens JJ, Donoghue MJ, 2004. Historical biogeography, ecology and species richness [J]. *Trends in Ecology & Evolution*, **19** (12): 639—644

Wu ZY (吴征镒), 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **Suppl. Ⅳ**: 1—139

Wu ZY (吴征镒), Zhou ZK (周浙昆), Li DZ (李德铢) *et al.*, 2003. The areal-types of the world families of seed plants [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **25** (3): 245—257

Wu ZY (吴征镒), Sun H (孙航), Zhou ZK (周浙昆) *et al.*, 2005. Origin and differentiation of endemism in the flora of China [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), **27** (6): 577—604

Wu ZY (吴征镒), Zhou ZK (周浙昆), Sun H (孙航) *et al.*, 2006. *The Areal-Types of Seed Plants and Their Origin and Differentiation* [M]. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 1—59

Ye WH (叶万辉), Cao HL (曹洪麟), Huang ZL (黄忠良) *et al.*, 2008. Community structure of a 20 hm^2 lower subtropical evergreen broadleaved forest plot in Dinghushan, China [J]. *Journal of Plant Ecology* (植物生态学报), **32** (2): 274—286

Ying TS (应俊生), 2001. Species diversity and distribution pattern of seed plants in China [J]. *Biodiversity Science* (生物多样性), **9** (4): 393—398

Zhu Y (祝燕), Zhao GF (赵谷风), Zhang LW (张俪文) *et al.*, 2008. Community composition and structure of Gutianshan forest dynamic plot in a mid-subtropical evergreen broad-leaved forest, east China [J]. *Journal of Plant Ecology* (植物生态学报), **32** (2): 262—273